PONTE ET DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE DE *NOTOTHENIA ROSSII ROSSII* (RICHARDSON, 1844) NOTOTHENIIDAE DES ILES KERGUELEN

par

P. CAMUS [1] et G. DUHAMEL [2]

RÉSUMÉ. – Des œufs de *Notothenia rossii rossii* récoltés et fécondés artificiellement pendant l'hiver austral sur la frayère du sud-est de l'archipel de Kerguelen (secteur indien de l'Océan Austral) sont incubés expérimentalement jusqu'à l'éclosion. La durée d'incubation entre la fécondation et l'éclosion des larves est comprise entre 70 et 100 jours à la température moyenne de 3,1° C. Ce travail décrit quelques étapes du développement embryonnaire ainsi que les larves vitellines mesurant de 10 à 11 mm de longueur.

ABSTRACT. – *Notothenia rossii rossii* eggs collected and artificially fertilized during the Southern winter on the spawning ground south east of the Kerguelen islands are experimentally incubated to hatching. Incubation time from fertilization to hatching varied from 70 to 100 days at a mean temperature of 3,1° C. This work describes the embryonic development and newly hatched larvae 10-11 mm long.

Mots-clés : Nototheniidae, Pisces, *Notothenia rossii rossii*, spawning ground, Embryonic development, Kerguelen Islands.

Le cycle de vie de *Notothenia rossii* peut se décomposer en plusieurs phases qui ont été décrites pour la sous-espèce *Notothenia rossii marmorata* en Géorgie du Sud (Olsen, 1954 ; Burchett, 1983 a et b)

. ponte démersale
. phase larvaire pélagique
. phase juvénile côtière
. phase adulte sur le plateau

Toutes ces phases s'accompagnent de modifications morphologiques « blue and brown fingerlings » et physiologiques (apparition de la maturité sexuelle, changement de régime alimentaire, migrations). Aux îles Kerguelen, où existe la sous-espèce *Notothenia rossii rossii*, il est possible de retrouver (Hureau, 1970 ; Keysner *et al.* 1974 ; Duhamel, 1981, 1982) les différentes phases décrites pour la population de Géorgie du Sud.

(1) IFREMER, Département Ressources Halieutiques, B.P. 1049, 44037 Nantes.

(2) Muséum National d'Histoire Naturelle. Laboratoire d'Ichtyologie générale et appliquée - 43 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05.

Après une période de 3 à 5 ans en zone littorale et côtière (Hureau 1970) (fig. 1a), les individus immatures se dispersent sur le plateau des îles Kerguelen (fig. 1b). La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 5 ans pour les mâles (taille moyenne : 43,0 cm) et de 6 ans pour les femelles (taille moyenne : 48,5 cm) (Duhamel, 1982). La reproduction est annuelle; l'analyse de l'état sexuel des femelles capturées sur la frayère (fig. 2) montre que la ponte de *Notothenia rossii rossii* débute précisément chaque année la deuxième quinzaine de juin pour s'achever moins d'un mois plus tard. Les résultats obtenus à partir de chalutages confirment (Duhamel, 1982) qu'elle est limitée à un secteur géographique défini (fig. 3). Seuls les poissons âgés de 5 ans et plus se regroupent sur l'unique frayère située au voisinage du talus dans la partie sud-est de l'archipel. Les échantillonnages réalisés sur ces lieux en période de reproduction sont donc représentatifs de la population adulte de *Notothenia rossii rossii* (fig. 1c).

Au cours de la campagne de pêche du navire usine « AUSTRAL » en mai et juin 1983 quelques chalutages sur la frayère ont permis d'examiner un grand nom-

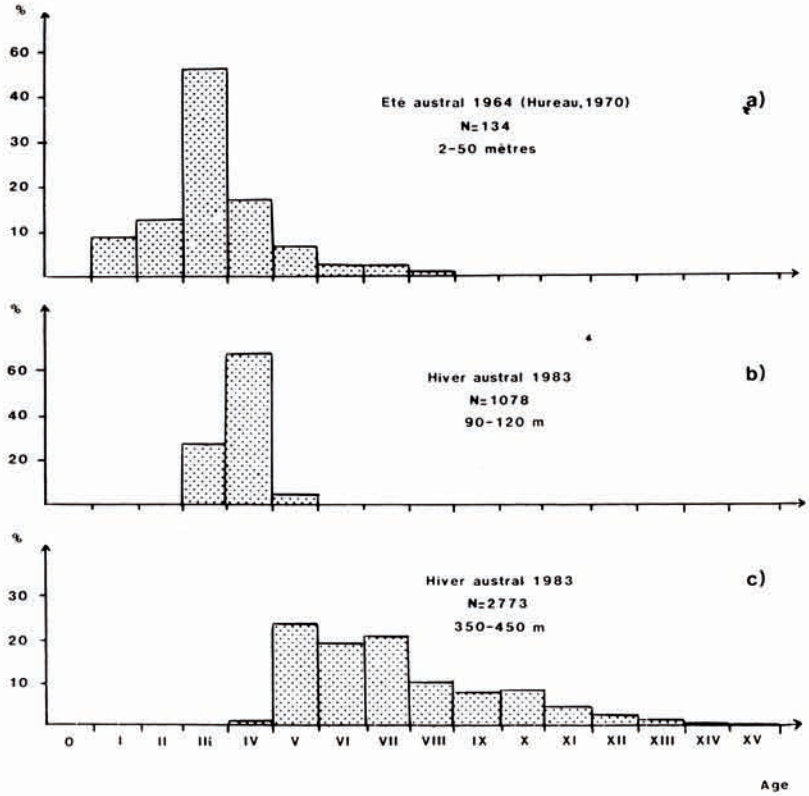


Fig. 1. Distributions de fréquence (en %) des classes d'âge de *Notothenia rossii rossii* des îles Kerguelen.

a) en zone côtière
b) sur le plateau
c) au voisinage du talus (frayère).

bre de géniteurs et de réaliser pour la première fois des fécondations artificielles et des incubations d'œufs de *Notothenia rossii rossii*. Conjointement, des pêches de zooplancton ont été effectuées.

Ce travail permet de décrire les principales étapes qui vont de la ponte à l'éclosion et d'établir des analogies avec les travaux similaires de White *et al.* (1982) sur une espèce de la mer du Scotia : *Notothenia coriiceps neglecta.*

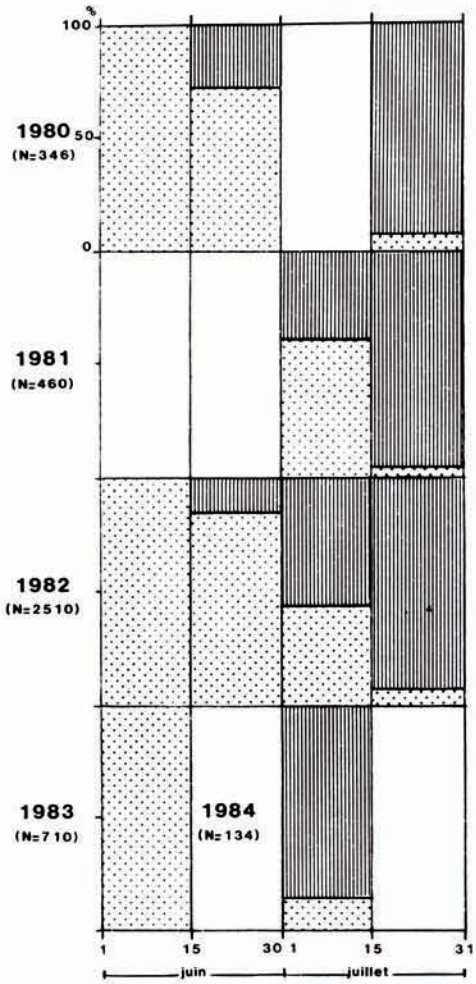


Fig. 2. – Déroulement de la ponte de *Notothenia rossii rossii* sur la frayère des îles Kerguelen de 1980 à 1984. Evolution au cours du temps de la proportion de femelles ayant pondu ▥ ; femelles reproductrices mais non fluentes ⊡ ; absence de données □ .

MATERIEL ET METHODE.

Choix des géniteurs

Des géniteurs ont été prélevés à deux reprises (début et fin juin) au chalut de fond sur la frayère (fig. 3) par 48°45'S et 70°55'E, à des profondeurs comprises entre 300 et 500 m. Dès la remontée du chalut les individus dont les gamètes étaient libérés par simple pression abdominale ont été retenus.

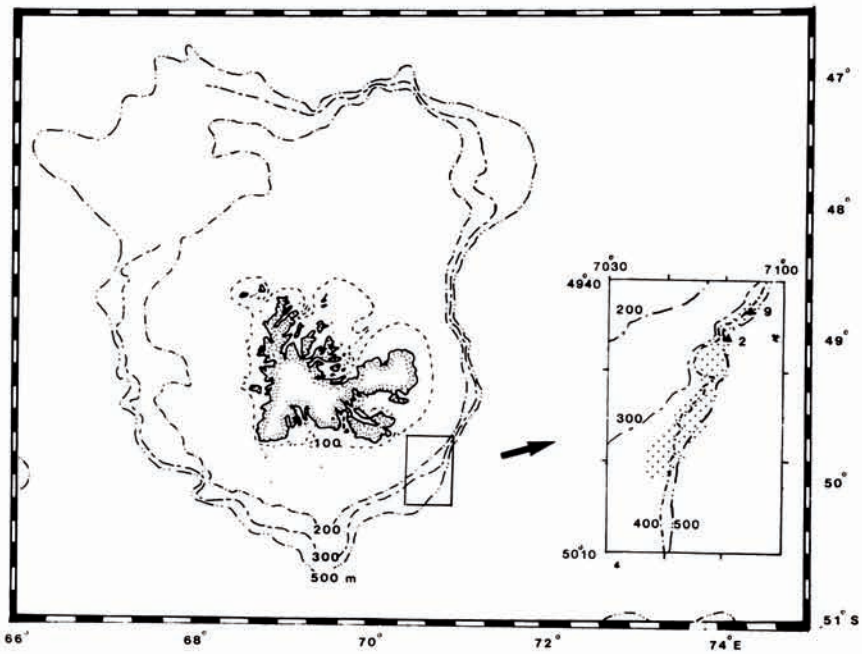


Fig. 3. – Localisation de la frayère de *Notothenia rossii rossii* des îles Kerguelen ⁘ et position des stations de prélèvement de zooplancton ▲ .

Fécondation artificielle

Les produits génitaux de plusieurs femelles ont été mis en contact avec ceux de plusieurs mâles dans très peu d'eau de mer. Après 30 mn à 1 heure, les œufs ont été rincés à plusieurs reprises à l'eau de mer, puis divisés en quatre lots d'environ 1000 œufs dans des béchers de 1000 cc.

Incubation expérimentale

Les différents échantillons ont été incubés en milieu stagnant et renouvelé, à température comprise entre 2° et 4,5° C, et à l'obscurité. Les huit premiers jours de l'incubation ont eu lieu en mer à bord du navire et la suite de l'expérience s'est

déroulée en laboratoire à terre. Aucun traitement antibiotique ou antifongique n'a été appliqué aux œufs en incubation pendant les 40 premiers jours. Par la suite, le développement de champignons sur la surface du chorion a nécessité l'utilisation du bleu de méthylène.

La même eau, stockée sur les lieux de prélèvement des géniteurs, a été utilisée pendant toute la durée de l'expérience et n'a pas été filtrée. Le renouvellement d'eau a eu lieu tous les deux jours en siphonnant. Simultanément, les observations suivantes ont été réalisées :

. mesure de la température

. examen macroscopique des œufs et détermination du stade de développement sur un sous-échantillon

. élimination et comptage des œufs morts

. fixation de quelques œufs dans de l'eau de mer formolée à 3 %.

Les mesures biométriques ont été effectuées par la suite sur le matériel fixé.

Prélèvements d'ichtyoplancton

Aux mêmes périodes et aux mêmes endroits où les géniteurs ont été capturés, deux relevés bathymétriques et deux prélèvements d'ichtyoplancton à l'échantillonneur Bongo (diamètre : 59 cm, maillage 500 μm) ont été réalisés (fig. 3). Les traits obliques, continus entre la surface et 200 m environ, ont été effectués à la vitesse de deux nœuds.

La profondeur maximale atteinte a été mesurée à l'aide d'un bathykimographe Tsurumi. Deux volucompteurs (type Digital Flowmeter) ont permis le calcul des volumes d'eau filtrés au cours de chaque prélèvement.

L'ensemble de ces informations est regroupé dans le tableau I.

Tabl. I. – Principales caractéristiques des stations de prélèvement Bongo.

Station	Date	Position géographique	Sondes (m)	Profondeur maximale atteinte (m)	Volume d'eau filtré (m^3)	Température de surface (o C)	Température à 300 m (o C)
2	31.05.83	49°46'S 70°53'E	408-522	225	957	3,5°	2,5°
9	25.06.83	49°43'S 70°55'E	375-428	170	874	2,9°	2,6°

RESULTATS

Fécondations artificielles et pêches d'ichtyoplancton

Les premiers essais de fécondation artificielle réalisés début juin n'ont donné aucun résultat positif. Les ovocytes avaient une flottabilité négative et l'expérience a été suspendue après quatre jours en raison de l'absence de développement des œufs. Le diamètre moyen des ovocytes expulsés était alors de 4,1 mm.

Les résultats du prélèvement d'ichtyoplancton (fig. 3, station 2) effectués à la même époque sont également négatifs. Aucun œuf n'était présent dans le milieu.

Des résultats positifs ont été obtenus à trois reprises lors de fécondations artificielles pratiquées fin juin. La première fois les œufs se sont agglomérés en paquet après émission. Dans les deux autres cas les œufs sont restés libres.

Dès la mise en incubation et dans tous les cas, les œufs flottent et présentent les caractéristiques suivantes :

- forme : sphérique, diamètre moyen 4,98 ± 0,34 (N = 190)
- coloration : orangée
- chorion : lisse macroscopiquement mais présence au microscope de microrides sur toute la surface

Tabl. II. – Chronologie de l'incubation expérimentale des œufs de *Notothenia rossii rossii* incubés à l'obscurité entre 2 et 4,5° C à une température moyenne de 3,1° durant l'hiver austral 1983 aux îles Kerguelen.

JUIN	26	0 J	Fécondation œufs en surface, diamètre : 5,0 mm
	28	2 J	Stade 8 cellules
JUILLET			Gastrulation en cours
	10	14 J	Neurulation en cours (stade 13 somites)
	20	24 J	Yeux formés, longueur de l'embryon : 3,6 mm
	25	29 J	Début de pigmentation des yeux
AOUT	01	36 J	Certains œufs embryonnés coulent embryon : yeux pigmentés, bourgeons des nageoires pectorales, anus formé, L.S. : 5,0 mm
SEPTEMBRE	01	66 J	Première éclosion (prématurée) vitellus déjà fortement résorbé, pectorales formées, début de pigmentation dorsale et céphalique, L.S. : 5,5 mm
	05	70 J	éclosion (L.S. : 10-11 mm) vitellus plus ou moins résorbé bouche ouverte, yeux pigmentés, larves pigmentées
OCTOBRE	04	100 J	Arrêt de l'incubation dû au développement de champignons Quelques œufs encore en fin de développement

– espace périvitellin : étroit
– globule huileux : absent

Le deuxième prélèvement d'ichtyoplancton effectué également fin juin sur la frayère (fig. 3, station 9) ne contenait aucun œuf de *Notothenia rossii rossii.*

Incubation

Les principales étapes du développement embryonnaire sont données dans le tableau II et les figures 4 et 5.

Le développement des œufs s'est déroulé normalement jusqu'au 40ème jour après la fécondation. L'apparition de champignons à la surface du chorion a perturbé ensuite le développement. Des éclosions prématurées (après 66 jours d'incubation) ont été observées en raison de la fragilité du chorion. Les larves prématurées n'ont pas survécu.

Les éclosions se sont échelonnées de 66 à 100 jours après fécondation. L'expérience a été stoppée le 4 octobre en raison du faible nombre d'œufs restant en incubation et parasités. Seulement 5 % des œufs mis en incubation sont arrivés à terme.

Les individus considérés comme à terme (vésicule vitelline partiellement résorbée, pigmentation bien développée) ont éclos après 70 jours d'incubation et mesurent 10-11 mm en longueur standard.

Les principales caractéristiques de la larve à l'éclosion (fig. 4d et 5d) sont les suivantes :

Description générale :
- bouche ouverte
- yeux pigmentés
- nageoires pectorales formées
- vésicule vitelline non complètement résorbée
- forme allongée

Mensurations (N = 9 individus) :
- longueur totale (L.T.) : 9,5 - 10,9 mm
- longueur standard (L.S.) : 9,1 - 10,5 mm
- distance préanale : 38 à 45 % de L.S., 36 à 40 % de L.T.
- largeur du corps (au niveau de l'anus) : 0,6 - 1,0 mm
- diamètre de l'œil : 0,6 - 0,8 mm
- myomères préanaux : 14 - 15
- myomères postanaux : 36

Pigmentation :
Elle est constituée de mélanophores
- étoilés dispersés sur le sommet du crâne et la région nuquale
- ponctiformes ou étoilés, concentrés le long de l'appareil digestif (partie dorsale) de l'arrière de la nageoire pectorale jusqu'à l'anus et formant une ligne de part et d'autre de la nageoire primordiale dorsale surtout en région post-anale. Ils se mèlent alors avec une intense pigmentation dorso et ventro latérale dans le deuxième tiers de la longueur post-anale.

On note une absence de pigmentation en région caudale et sur le pédoncule caudal.

DISCUSSION - CONCLUSION

Le faible pourcentage d'œufs ayant éclos est probablement imputable aux conditions expérimentales (confinement excessif des œufs, stress mécaniques, lumineux et thermiques provoqués par les manipulations successives). Les mortalités les plus fortes on été observées en début d'incubation juste avant la gastrulation. Cette période correspond à une phase critique du développement embryonnaire qui a déjà été signalée par de nombreux auteurs chez différentes espèces (Blaxter, 1969 ; Devauchelle, 1980 ; Divanach *et al.*, 1982 ; Camus et Koutsikopoulos, 1984).

En fin d'expérience, le développement de parasites à la surface des œufs est sûrement l'un des facteurs responsable de l'étalement dans le temps de la période d'éclosion. Cette valeur est probablement inférieure dans le milieu naturel. Cependant, jusqu'à présent, aucune observation n'a pu être réalisée aux îles Kerguelen

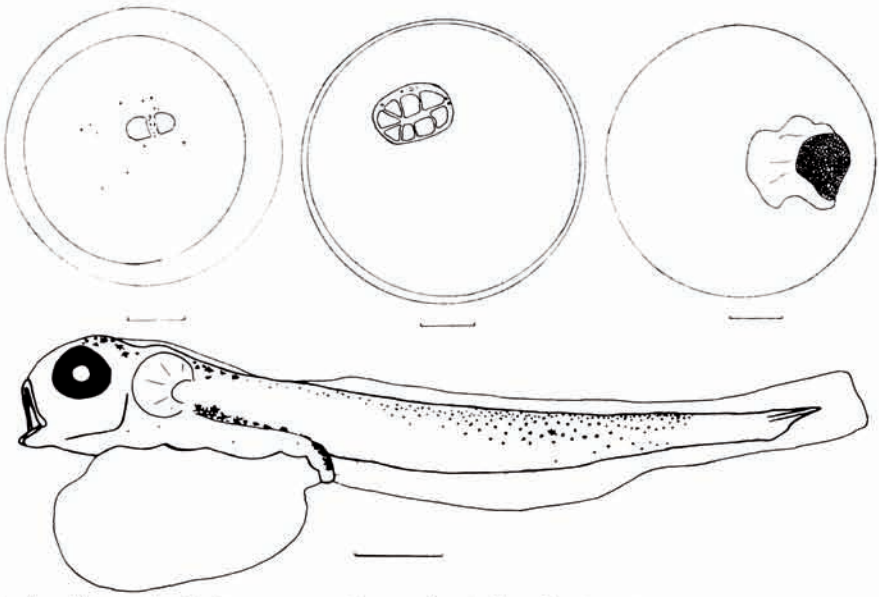
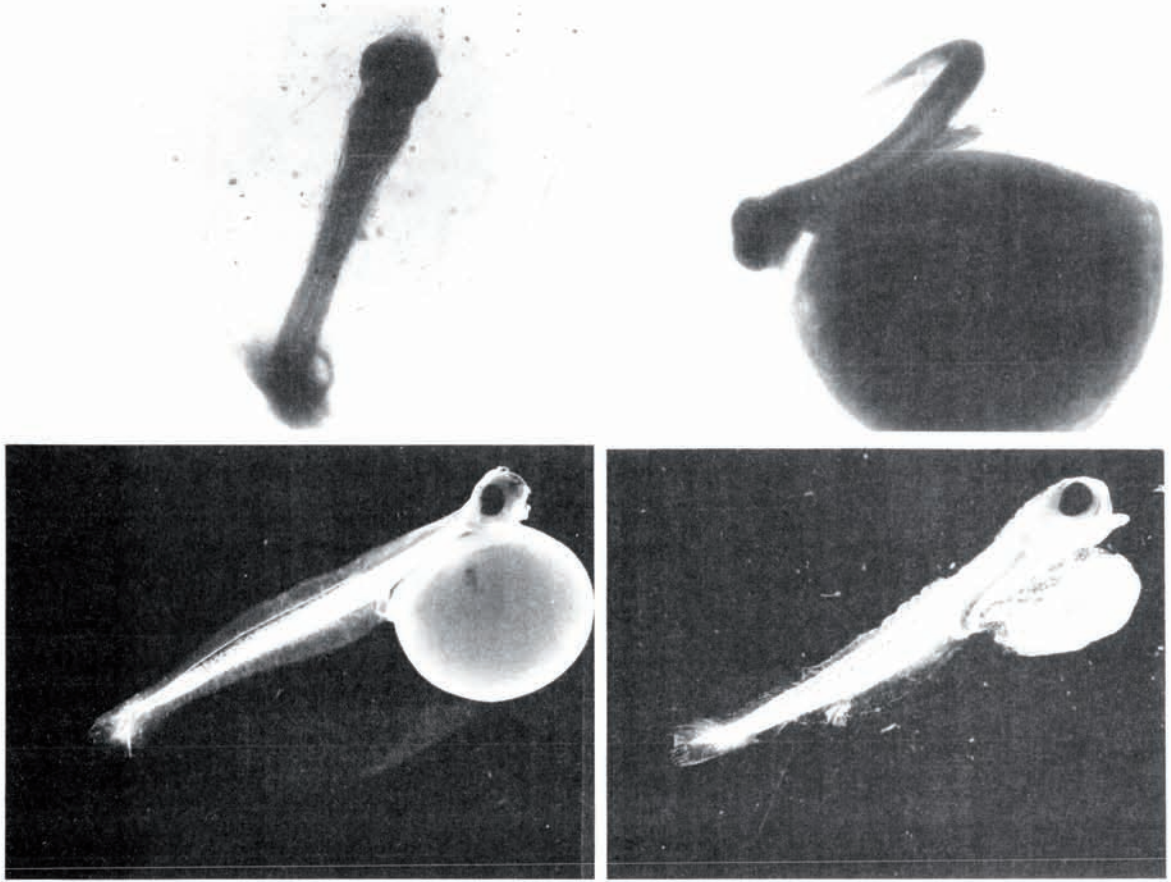


Fig. 4. – Etapes du développement embryonnaire de *Notothenia rossii rossii* des îles Kerguelen (figures d'après matériel fixé).

a) stade 2 cellules (10-12 heures)
b) stade 8 cellules (15-30 heures)
c) stade morula (3-10 jours)
d) larve de 75 jours.

Fig. 5. – Etapes du développement embryonnaire de *Notothenia rossii rossii* des îles Kerguelen (clichés d'après matériel fixé)

a) stade 13 somites (14 jours)
b) embryon de 45 jours
c) embryon de 75 jours
] extrait de l'œuf
d) larve de 75 jours à l'éclosion


a
b
c
d

pour déterminer la date et le temps de présence des larves dans le plancton. Malgré ces difficultés, ce travail s'accorde bien avec les résultats obtenus par White *et al.* (1982) pour la sous-espèce *Notothenia coriiceps neglecta* en Géorgie du Sud et Orcades du Sud.

La durée d'incubation jusqu'à l'éclosion pour *Notothenia rossii rossii* des îles Kerguelen est plus courte mais la température d'incubation est plus élevée (3,1° C). Les tailles des larves à l'éclosion sont très proches.

L'incertitude subsiste concernant les modalités de la ponte en milieu naturel. En effet, aucun œuf n'a été trouvé dans les deux prélèvements effectués à l'échantillonneur Bongo sur la frayère. De plus, l'agglomération des œufs après émission (lors d'une des expériences d'incubation) et leur développement à l'obscurité laissent supposer un développement benthique des pontes. Deux observations permettent d'envisager, cependant, un développement pélagique des œufs : d'une part les œufs mis en incubation ont une flottabilité positive, d'autre part des prélèvements effectués par le N/O JOHN BISCOE (juillet à octobre 1983) dans le secteur de la Géorgie du Sud ont permis de récolter des œufs pélagiques des sous-espèces *Notothenia rossii marmorata* et *N. coriiceps neglecta* (White, 1984). Seuls des prélèvements d'ichtyoplancton plus nombreux et couvrant tout le secteur de la frayère des îles Kerguelen pourront permettre de préciser si le développement des œufs est pélagique ou benthique.

Ce travail contribue à une meilleure connaissance des premiers stades du développement de *Notothenia rossii rossii* des îles Kerguelen et complète ainsi les études antérieures (Hureau, 1970 ; Duhamel, 1982) réalisées sur cette espèce. Le cycle de vie s'en trouve donc précisé (fig. 6).

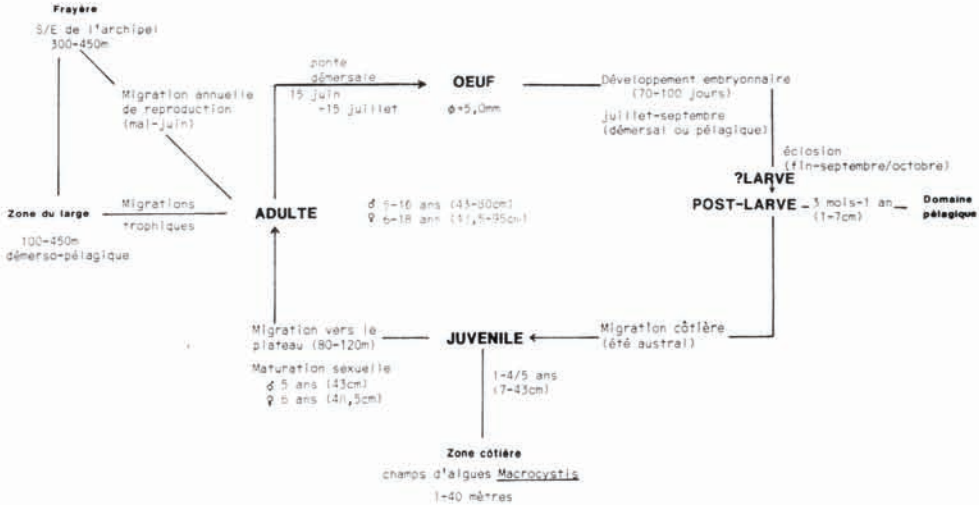


Fig. 6. – Cycle biologique de *Notothenia rossii rossii* des îles Kerguelen.

Remerciements : Nous remercions le capitaine Barbarin, la SAPMER, la Mission de Recherche du Territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises pour leur soutien à cette campagne réalisée à bord de l'AUSTRAL. Nous sommes reconnaissants à Messieurs J. Bertrand et M. Taquet pour leur aide précieuse au cours des expériences d'incubation.

REFERENCES

BLAXTER J.H.S., 1969. – Development : eggs and larvae : 178-241 *in* : HOAR W.S. & D.J. RANDALL (eds.), Fish Physiology. Academic Press, New York, 485 p.

BURCHETT M.S., 1983a. – Morphology and morphometry of the antarctic nototheniid *Notothenia rossii marmorata*. *Br. Antarct. Surv. Bull.*, 58 : 71-81.

– 1983b. – The life cycle of *Notothenia rossii* from South Georgia. *Br. Antarct. Surv. Bull.*, 61 : 71-73.

CAMUS P. & KOUTSIKOPOULOS C., 1984. – Incubation expérimentale et développement embryonnaire de la daurade royale *Sparus aurata* (L), à différentes températures. *Aquaculture*, 42 : 117-128.

DEVAUCHELLE N., 1980. – Etudes expérimentales sur la reproduction, les œufs, les larves de bar (*Dicentrarchus labrax*), daurade (*Sparus aurata*), mulet (*Liza aurata*), rouget (*Mullus surmuletus*), sole (*Solea solea*), turbot (*Scophtalmus maximus*). Thèse de 3ème cycle. Fac. Sci. Brest, 194 p.

DIVANACH P., KENTOURI M. & PARIS J., 1982. – Etude du développement embryonnaire et larvaire du sar, *Diplodus sargus* L., en élevage. *Aquaculture*, 27 : 339-353.

DUHAMEL G., 1981. – Caractéristiques biologiques des principales espèces de poissons du plateau continental des fles Kerguelen. *Cybium*, 5 (1) : 19-32.

DUHAMEL G, 1982. – Biology and population dynamics of *Notothenia rossii rossii* from the Kerguelen Islands (Indian sector of Southern Ocean). *Polar. Biol.*, 1 : 141-151.

HUREAU J.C., 1970. – Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 68 (1391) : 1-244.

KEYSNER E.E., TOT V.S. & U.N. SHILOV, 1974. – Characteristics of the behavior and biological cycles of marbled notothenia (*Notothenia rossii*) in relation to bottom topography, bottom material and currents. *J. Ichthyol.*, 14 : 610-613.

OLSEN S., 1954. – South Georgia Cod (*Notothenia rossii marmorata* Fischer). *Norsk Hvalfangst tid*, 43 : 373-382.

WHITE M.G., NORTH A.W., TWELVES E.L. & S. JONES, 1982. – Early development of *Notothenia neglecta* from the Scotia sea, Antarctica. *Cybium*, 6 (1) : 43-51.

WHITE M.G., 1984. – Fish Biology : 26-27 *in* HEYWOOD R.B. British Antarctic Survey, Offshore Biological Programme, Cruise 4. 27 July-29 September 1983. Report. Cambridge. British Antarctic Survey : 30 p.